

This Page Is Inserted by IFW Operations  
and is not a part of the Official Record

## **BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representation of  
The original documents submitted by the applicant.

Defects in the images may include (but are not limited to):

- BLACK BORDERS
- TEXT CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- FADED TEXT
- ILLEGIBLE TEXT
- SKEWED/SLANTED IMAGES
- COLORED PHOTOS
- BLACK OR VERY BLACK AND WHITE DARK PHOTOS
- GRAY SCALE DOCUMENTS

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning documents *will not* correct images,  
please do not report the images to the  
Image Problem Mailbox.**

=> s de19529430/pn

L2 1 DE19529430/PN

=> d ab

L2 ANSWER 1 OF 1 WPINDEX COPYRIGHT 2002 DERWENT INFORMATION LTD

AB DE 19529430 A UPAB: 19970220

The five-colour paper sheet printing process [1] has five printing modules or stations [2] each with a plate cylinder [3], an elastomer cylinder [4] and a printing cylinder [5] . Between each printing cylinder pair is a transfer cylinder [6] that passes sheets to the next module in the line. Gripper elements [10] are used to ensure reliable transfer.

The system has magazine stacks [9.10] at each end. Drive motion to the printing cylinders is provide by asynchronous motors [11] coupled to AC converters [14] connected to a signal processing unit [24] via optical cables [16].The controller uses the position data provided by high resolution rotary position sensors [12] coupled to each printing station.

USE/ADVANTAGE - Multi station paper sheet colour printing process.

High reliability, high accuracy system

Dwg.1/3



①9 BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENTAMT

⑫ Off nlegungsschrift  
⑩ DE 195 29 430 A 1

⑤1 Int. Cl.<sup>6</sup>:  
**G 05 B 23/02**  
H 02 P 3/00  
H 02 P 5/00  
G 08 C 19/00  
B 41 F 33/08  
B 41 F 33/00  
G 05 D 13/62  
G 05 D 13/64  
F 16 P 5/00

DE 195 29 430 A 1

②1 Aktenzeichen: 195 29 430.0  
②2 Anmeldetag: 10. 8. 95  
④3 Offenlegungstag: 16. 1. 97

③0 Innere Priorität: ③2 ③3 ③1  
06.07.95 DE 195242920

⑦1 Anmelder:  
Baumüller Nürnberg GmbH, 90482 Nürnberg, DE

⑦4 Vertreter:  
Matschkur Götz Lindner, 90402 Nürnberg

⑦2 Erfinder:  
Götz, Fritz Rainer, Dr.-Ing., 90522 Oberasbach, DE;  
Kreissfeld, Peter, Dr., 90518 Altdorf, DE; Seehuber,  
Michael, Dr., 92318 Neumarkt, DE

⑤6 Entgegenhaltungen:  
DE 36 14 979 C2  
DE 43 22 744 A1  
DE 42 02 722 A1  
DE 34 24 246 A1

Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

⑤4 Elektrisches Antriebssystem und Sicherheitsmodul insbesondere in einer Bogendruckmaschine

⑤7 Elektrisches Antriebssystem zur Verstellung von einem oder mehreren dreh- und/oder verschwenkbaren Funktionsteilen von Geräten und Maschinen, insbesondere von Zylindern oder Walzen von Bogendruckmaschinen, in ihrer Winkellage oder -geschwindigkeit, mit einem oder mehreren Elektromotoren, die mit einem jeweils zugeordneten Funktionsteil verbunden sind, mit einem oder mehreren Leistungselektronikteilen, die ausgangsseitig mit je einem Elektromotor zu dessen Ansteuerung verbunden sind, und mit wenigstens einer Signalverarbeitungseinheit, die zur Aufnahme von Leit-, Steuer-, Soll- und/oder Winkellage- oder Winkelgeschwindigkeits-Signalen von etwaigen Winkellagegebern an den Funktionsteilen oder Läufers der Elektromotoren ausgebildet und mit dem oder den jeweiligen Leistungselektronikteilen zu deren steuerungs- oder regelungstechnischen Kontrolle verbunden ist, wobei ein Sicherheitsmodul, das zum Zugriff wenigstens auf Signale im Bereich der Funktionsteile, der Elektromotoren, der Leistungselektronikteile, der Signalverarbeitungseinheit und/oder eines Netztesiles und zu deren Vergleich oder Auswertung auf Plausibilität ausgebildet ist und eine oder mehrere Schnittstellen oder Kommunikationsmittel insbesondere in Form eines Bussystems zur Ausgabe erzeugter Fehlermeldesignale aufweist, und zur gezielten Reaktion auf Störungen und Ausfälle zur Herbeiführung eines sicheren Zustandes der Maschine ausgebildet ist.

DE 195 29 430 A 1

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

BUNDESDRUCKEREI 11. 96 602 063/515

12/32

## Beschreibung

Die Erfindung betrifft ein elektrisches Antriebssystem zur Verstellung von einem oder mehreren Dreh- und/oder verschwenkbaren Funktionsteilen von Geräten und Maschinen, insbesondere von Zylindern oder Walzen von Bogendruckmaschinen, in ihrer Winkellage oder Winkelgeschwindigkeit, wobei ein oder mehrere Elektromotoren vorgesehen sind, die mit einem jeweils zugeordneten Funktionsteil des Geräts oder der Maschine verbunden sind, wobei ferner ein oder mehrere Leistungselektronikteile vorgesehen sind, die ausgangsseitig mit je einem Elektromotor zu dessen Ansteuerung verbunden sind, und wobei wenigstens eine Signalverarbeitungseinheit angeordnet ist, die zur Aufnahme von Leit-, Steuer-, Soll- und/oder Winkellage- oder Winkelgeschwindigkeits-Signalen von etwaigen Winkellagegebern an den Funktionsteilen oder Elektromotorläufern ausgebildet und mit dem oder den Leistungselektronikteilen zu deren steuerungs- oder regelungstechnischen Kontrolle verbunden ist. Ferner betrifft die Erfindung die Verwendung eines in einem solchen Antriebssystem implementierten Sicherheitsmoduls zur Erhöhung der Betriebssicherheit. Schließlich betrifft die Erfindung eine Offset-Bogendruckmaschine mit mehreren Druckwerken vorzugsweise unter Verwendung eines derartigen elektrischen Antriebssystems.

Bei Druckmaschinen, bei denen Teilaggregate einzeln oder in Gruppen mechanisch voneinander entkoppelt von mehreren Motoren synchron angetrieben werden, ist eine Sicherheitseinrichtung für Regelungen oder Steuerungen der Druckmaschinen-Antriebseinheiten bekannt (DE 42 02 722 A1): Zur Vermeidung mechanischer Kollision von Bauteilen benachbarter Teilaggregate, beispielsweise zwischen einem Zylinder und einer Greifereinrichtung im Übergabebereich zweier mechanisch entkoppelter Druckwerke einer Bogendruckmaschine, wird als Sicherheitseinrichtung zwischen den Zahnradgetrieben zweier benachbarter Teilaggregate eine Kupplung aus zwei Kupplungshälften angeordnet. Diese sind mit im Normalzustand der Regelung oder Steuerung synchron laufenden Zahnradern des jeweiligen Zahnradgetriebes gekoppelt, die Kupplungshälften laufen also leer mit. Bei Ausfall der Regeleinrichtung oder nicht ausregelbaren Störungen werden die Kupplungshälften durch Überschreitung einer vorgegebenen Drehwinkeldifferenz miteinander gekuppelt. Das Antriebssystem, in dem der defekte Regler sitzt oder in dem die Störung aufgetreten ist, wird dann leistungsmäßig von dem benachbarten noch intakten Antriebssystem gespeist.

Ferner ist ein Sicherheitssystem für eine Druckmaschine bekannt (Patentschrift DE 36 14 979 C2), bei der innerhalb der Steuer- und Regeleinrichtung für den elektromotorischen Antrieb der Druckmaschine eine Überwachungsschaltung vorgesehen ist, die mit einem Vergleicher für die Soll-Istwert-Differenz der Drehzahl gegenüber einem vorgegebenen Drehzahl-Grenzwert ausgebildet ist. Die Überwachungsschaltung gibt bei Überschreiten einer zulässigen Abweichung zwischen dem Soll- und Istwert Signale zu einer Hauptantriebs elektronik, um den Hauptantrieb stillzusetzen. Die Steuerung dieses Bewegungsablaufs folgt rein elektrisch.

Demgegenüber wird das der Erfindung zugrundeliegende Problem aufgeworfen, ein für Druckmaschinen geeignetes, elektrisches Antriebssystem zu schaffen, bei dem universellere und flexiblere Sicherheitsfunktionen und -strategien realisierbar sind. Gleichzeitig soll zumindest unter bestimmten Umständen die System-Verfügbarkeit erhöht sein. Außerdem soll das Antriebssystem mit möglichst wenig Bau- und Funktionskomponenten übersichtlich strukturiert sein. Zur Lösung dieses Problembereichs wird erfindungsgemäß im Antriebssystem die Implementierung eines Sicherheitsmoduls vorgeschlagen, das zum Zugriff wenigstens auf Signale im Bereich der dreh- oder verschwenkbaren Maschinen-Funktionsteile, der elektromotorischen Antriebe, der jeweils zugehörigen Leistungselektronikteile, der Signalverarbeitungseinheit und/oder eines Netztesiles und zu deren Vergleich oder Auswertung auf Plausibilität ausgebildet ist und eine oder mehrere Schnittstelle insbesondere in Form eines BUS-Systems zur Ausgabe erzeugter Fehlermeldesignale aufweist. Das Sicherheitsmodul kann dabei teilweise in der digital als Signalprozessor realisierten Signalverarbeitungseinheit, teilweise in dezentral verteilten, intelligenten Subeinheiten implementiert sein. Damit sind dem Sicherheitsmodul simultan und leicht zugreifbar viele wichtige Informationen des Antriebssystems zur Verfügung gestellt, woraus sich Möglichkeiten zur Fehleranalyse und -diagnose, zur gezielten Reaktion auf Störungen und Ausfälle und zur Herbeiführung eines sicheren Zustandes der Maschine jeweils in Echtzeit ergeben. Eine gezielte Reaktion auf Störungen und Ausfälle zur Herbeiführung eines sicheren Zustandes der Maschine ist durch die erfindungsgemäße Ausbildung möglich.

Der Erhöhung der Sicherheit, Zuverlässigkeit und Verfügbarkeit der betreffenden Maschine dient es insbesondere, wenn nach einer Ausbildung der Erfindung das Sicherheitsmodul pro Funktionsteil und/oder Elektromotorläufer zwei oder mehr redundant angeordnete Winkellagegeber aufweist. Diese können einerseits ständig miteinander verglichen werden, was die Sicherheit der Fehlererkennung erhöht. Andererseits kann bei Ausfall eines Winkellagegebers der daneben redundant angeordnete für den Weiterbetrieb verwendet werden, was zur erhöhten Verfügbarkeit der Gesamtanlage ohne Beeinträchtigung der Verarbeitungsgenauigkeit und -qualität führt. Eine entsprechende Redundanz ist auch in Form mehrerer, nebeneinander parallel arbeitender Signalverarbeitungseinheiten denkbar. So können auf der Basis der Erfindung beispielsweise drei Signalverarbeitungseinheiten am gleichen BUS-System angeschaltet sein, wobei ständig eine Majoritätsentscheidung für die Kontrollsignale aus der Signalverarbeitungseinheit an die untergeordneten Leistungselektronikteile getroffen wird (sogenannte Zwei-aus-drei-Systeme).

Mit dem erfindungsgemäßen Sicherheitssystem läßt sich in aufeinanderfolgenden Stufen Fehlererkennung/Diagnose, Entscheidung über zu treffende Maßnahmen und schließlich Regelung/Steuerung des Vollzugs dieser Maßnahmen durchführen. Die Fehlererkennung und -diagnose sowie die Reaktions- bzw. Maßnahmen einleitung läßt sich vorzugsweise in Tabellen- oder Matrixform abspeichern. Zur Entscheidungsfindung ist auch die Implementierung eines Maßnahmenbaums denkbar.

Ein mit der Erfindung erzielter Vorteil besteht vor allem darin, daß die sogenannte Ein-Fehler-Sicherheit bei Maschinen und Anlagen erreicht werden kann, das heißt bei Auftreten nur eines einzigen Fehlers läßt sich der

sichere Zustand durch geordnetes, insbesondere synchronisiertes Stillsetzen der einzelnen Maschinenteile realisieren, wobei in einer Übergangsphase die Maschine bei verminderter Qualität unter Vermeidung von Schäden noch weiter arbeiten kann. Insbesondere in der Anwendung auf Bogendruckmaschinen läßt sich der oben angesprochene Kollisionsschutz gewährleisten oder wenigstens die Auswirkungen von Kollisionen begrenzen, auch wenn ein Fehler im Gesamtsystem auftritt. Andererseits läßt sich im fehlerfreien Betriebszustand mit dem erfindungsgemäßen Antriebssystem, insbesondere wenn die elektrischen Antriebe lage- und/oder geschwindigkeitsgeregelt sind, die geforderte Positioniergenauigkeit von beispielsweise 5 µm, wie bei Bogendruckmaschinen gefordert, erreichen. Tritt im Antriebssystem der Bogendruckmaschine ein Fehler auf, so wird das vorzugsweise als Software realisierte Sicherheitsmodul mit seinen drei Komponenten Fehlererkennung und -diagnose, Entscheidungsfindung aufgrund Fehlerart und -größe sowie Reaktions- bzw. Maßnahmenleitung tätig und vermeidet bzw. begrenzt Schäden bzw. deren Auswirkungen. 5 10

Zur Erreichung dieser Zielsetzungen dienen nebengeordnete Erfindungsalternativen, die in der Verwendungsweise des genannten Sicherheitsmodul-Konzeptes begründet sind: Treten Störungen, Fehler und Ausfälle am Motor (Befestigung lose, Motorkabel lose, Wicklungsschluß, Entmagnetisierung u. a.), an der Mechanik (Schwergängigkeit u. a.) oder am Leistungselektronikteil mit Wechselrichter, Phasenstromregler oder an den BUS-Systemen oder Peripheriekomponenten zur Kommunikation zwischen Leistungselektronikteil, Winkellagegebern und Signalverarbeitungseinheit auf, läßt sich dies insbesondere durch Winkellage-Vergleich aller Funktionsteile und entsprechender Fehleranalyse aller Fehlermeldungen erkennen. Dem dient eine Erfindungsalternative, indem das Sicherheitsmodul zum Plausibilitätsvergleich der Winkellagen oder Winkelgeschwindigkeiten der Funktionsteile und gegebenenfalls zur Identifikation des gestörten Funktions- bzw. Maschinenteils verwendet wird. In Weiterbildung dieses Gedankens kann das Sicherheitsmodul ferner zum Vollzug von Sicherheitsmaßnahmen eingesetzt werden, indem vom gestörten Funktionsteil oder dessen Winkellage oder -geschwindigkeit Leitwerte oder Vorgaben für die noch intakten Funktionsteile abgeleitet werden. Das gestörte Funktionsteil wird gewissermaßen zur "Leit-Achse" für die noch funktionstüchtigen Maschinenteile. 15 20

Nach einer anderen Verwendungsalternative dient das Sicherheitsmodul dazu, daß die Ausgänge der Winkellagegeber bzw. deren entsprechende Signale auf einem Kommunikationssystem bzw. BUS auf Plausibilität hin überwacht und gegebenenfalls das gestörte Funktionsteil identifiziert und gemeldet wird. Daraufhin kann mit dem Umschalten auf redundante Winkellagegeber reagiert werden. Um demgegenüber den Aufwand an Bauelementen einzusparen, besteht eine Maßnahmenalternative darin, den Elektroantrieb des Funktionsteiles mit dem gestörten Winkellagegeber nicht mehr zu regeln, sondern nur noch unter Inkaufnahme vergrößerter Winkellageabweichungen zu steuern und dabei eine Bremsrampe einzuprägen. Vor allem im Anwendungsfall auf Bogendruckmaschinen eignet sich dabei der Einsatz von Synchronmotoren hoher Polpaarzahl; werden diese bei jeweiligen Winkellagegeber-Ausfall voll bestromt, läßt sich bei einer Polpaarzahl von 22 eine Lage-Abweichungstoleranz von unter 12 mm erzielen. Die sonstigen Funktionsteile mit funktionsfähigen Winkellagegebern können einem Bremsbetrieb mit entsprechender Rampenfunktion wie beim Funktionsteil mit gestörtem Winkellagegeber unterworfen werden. 25 30 35

Nach einer besonderen Ausbildung besitzt das Leistungselektronikteil des elektrischen Antriebssystems neben einer Phasenstromregelung auch eine Lageregelung mit Anschluß an den Winkellagegeber am Elektromotorenläufer oder am zu verschwenkenden oder zu drehenden Funktionsteil. Bei dieser Ausbildung läßt sich das Sicherheitsmodul besonders effektiv dahingehend einsetzen, daß es mit Überwachungsmittel sowohl auf dem Leistungselektronikteil als auch auf der Signalverarbeitungseinheit bei gestörter Kommunikation zwischen diesen oder bei Abschaltmeldung seitens der Signalverarbeitungseinheit über eine Umschalteneinrichtung die Umstellung der Phasenstromregelung auf Lageregelung mit Winkellagegeber und jeweiliger Bremsrampe ohne Leitachse mit hardwaremäßig synchronisiertem Start herbeiführt. 40

Eine weitere Verwendungsalternative des Sicherheitsmoduls nach der Erfindung geht aus von der Anordnung einer Zwischenkreis-Versorgungseinheit für die Elektromotoren und/oder Leistungselektronikteile. Das Sicherheitsmodul kann zur Analyse und Überwachung der Netz- oder Zwischenkreisspannung eingesetzt werden, wobei entsprechende Sicherheitsfunktionen zweckmäßig vor allem auf der Signalverarbeitungseinheit implementiert sind. In Reaktion auf die Erkennung eines Fehlers wird dann eine generatorische Bremsung gegebenenfalls mit Kondensatorpufferung eingeleitet. Letztere ist vorteilhaft wegen Zeitverzögerungen bzw. Zeitbedarfs bei Umschalten auf Betrieb mit Ohmschen Ballastwiderständen. Ferner liefert die Kondensatorpufferung kurz vor Stillstand Energie, um Reibungsverluste auszugleichen und ein synchrones Abbremsen zu ermöglichen. Letzteres kann über geeignete Aufteilung der Funktionsteile in einerseits generatorisch und andererseits motorisch betriebene Achsen erfolgen. 45 50

Weitere Einzelheiten, Merkmale und Vorteile auf der Basis der Erfindung ergeben sich aus den Unteransprüchen und der nachfolgenden Beschreibung bevorzugter Ausführungsbeispiele der Erfindung. Diese zeigen jeweils als schematische Funktions- und Blockschaltbilder in 55

Fig. 1 ein erstes Ausführungsbeispiel der Erfindung,

Fig. 2 das Ausführungsbeispiel nach Fig. 1 mit durch unterschiedliche Schraffuren angedeutete Funktionsbereiche des Sicherheitsmoduls, 60

Fig. 3 ein weiteres Ausführungsbeispiel der Erfindung.

Gemäß Fig. 1 ist das erfindungsgemäße Antriebssystem in einer Bogendruckmaschine 1 für fünf Farben verwendet. Entsprechend sind fünf Druckwerke 2 je mit einem Plattenzylinder 3, einem Gummizylinder 4 und einem Gegendruckzylinder 5 angeordnet. Zwischen zwei Gegendruckzylindern 5 befindet sich jeweils ein Übergabezylinder 6, der dazu dient, die im Anleger 7 aufeinandergestapelten Bögen 8 von einem Druckwerk zum nächsten Druckwerk 2 zu transportieren, bis sie zum Ausleger 9 gelangen. Zur Sicherstellung der Bogenübergabe sind der Gegendruckzylinder 5 und der Übergabezylinder 6 jeweils mit Greifelementen 10 versehen (schematisch als Umfangsaussparungen angedeutet). Zur Gewährleistung eines präzisen Bogendrucks hoher 65

Qualität müssen im Übergabezeitpunkt die Greifelemente 10 unterschiedlicher Zylinder bzw. Walzen 5, 6 einander möglichst synchron begegnen bzw. exakt gegenüberliegen. Dabei sind Lageabweichungen von höchstens 5 µm tolerierbar. Bei Störung des Synchronlaufs kommt ferner die Gefahr hinzu, daß die über den Umfang des jeweiligen Zylinders 5, 6 hinausragenden Greifelemente den Umfang des jeweils benachbarten Zylinders beschädigen bzw. mit diesem kollidieren können.

Gemäß Fig. 1 ist jedes der Druckwerke 2 mit einem elektrischen Direktantrieb-Synchronmotor 11 versehen, dessen Läufer direkt und steif mit dem Achsstummel des jeweiligen Gegendruckzylinders 5 verbunden ist. Um eine Lageregelung der Zylinderachsen von hoher Güte zu erreichen, sind hochauflösende Winkellagegeber 12 in Form von Sinus/Kosinus-Gebern lastseitig, das heißt die Winkellage des Gegendruckzylinders 5 unmittelbar abtastend angeordnet.

Die Synchronmotoren 11 werden von je einem Leistungselektronikteil 13 angesteuert, das aus einem Wechselrichter 14 und einem Regler 15 mit Lichtwellenleiter-Schnittstelle 16 zusammengesetzt ist. Der Regler 15 auf dem Leistungselektronikteil 13 umfaßt zwei Regelungsmodulare, nämlich eine digitale Antriebs-/Phasenstromregelung mit einem Pulsweiten-Modulationstakt von 8 Kilohertz sowie eine Lageregelung mit (nicht gezeichnetem) Anschluß an die Winkellagegeber 12. Beide Regelungsmodulare können alternativ aktiviert werden. Der Gleichspannungszwischenkreis wird von zwei Einspeiseeinheiten 17, 17a mit 36 kW bzw. 18 kW versorgt, die mit externen, Ohmschen Ballastwiderständen 18 und einer Power-Fail-Einrichtung 19 versehen sind. Zwischen den Versorgungseinheiten 17, 17a und den Leistungselektronikteilen 13 ist eine Kondensator-Energiespeichereinheit 20 angeordnet, welche die oben angesprochenen Energie-Pufferfunktionen ausführt. Die Wechselrichter 14, Regler 15, Versorgungseinheiten 17, 17a und die Energiespeichereinheit 20 werden von der Anmelderin bereits unter den Typenbezeichnungen BUS 624, BUS 6-E LWL, BUG 623, BUG 622 und BUK auf den Markt gebracht (vgl. Katalog der Firma BAUMÜLLER NÜRNBERG GMBH "Regelbare Antriebssysteme, Steuerungen, Dienstleistungen 1995").

Gemäß Fig. 1 werden die Ausgänge der Winkellagegeber 12 Umsetzerbaugruppen 21 mit je zwei Eingangskanälen zugeführt. Auf diesen Umsetzerbaugruppen kann noch ein Netzteil für die Versorgung des Winkellagegebers 12 untergebracht sein. Wegen weiterer Einzelheiten wird auf das Produkt UMS-APM 02 der Anmelderin verwiesen (vgl. Katalog aaO). Zweikanalige Achsperipheriemodule 22 dienen der Umsetzung der Lichtwellenleiter-Signale 16 von den Leistungselektronikteilen 13 und der Signale aus den Umsetzerbaugruppen 21 in Digitalsignale für das Kommunikations- und BUS-System 23. An dieses ist gleichsam als Sternmittelpunkt eine digitale Signalverarbeitungseinheit 24 angelegt, in der eine Software zur Mehrachsregelung implementiert ist. Diese ist zur entkoppelten Motorführung der hochpoligen Synchronmaschinen 11 mit Permanenterregung ausgelegt. Mit der Software erfolgt eine simultane Sollwertgenerierung nach dem Konzept der Lagesteuerung mit Umfangsregister. Wegen weiterer Einzelheiten wird auf die Produkte der Anmelderin APM-02, DSP-C30 und PSB 03 (vgl. Katalog aaO) sowie deren Offenlegungsschrift DE 43 22 744 A1 und Prospekt "Direktantriebs-technik" vom September 1994 verwiesen. Das letztgenannte Produkt bildet eine Stromversorgungseinrichtung 25, die entweder von einem Gleichstrom-Netzteil 26 oder einer Batterie 27 gespeist wird. Zur Umschaltung zwischen diesen beiden Gleichstrom-Versorgungsalternativen dient ein beispielsweise nach dem Ruhestromprinzip arbeitender Umschalter 28, der bei mangelndem Stromfluß aus dem Netzteil 26 abfällt und dabei die Batterie 27 sowohl an die Stromversorgungseinheit 25 als an die Versorgungseinheiten 17, 17a herbeiführt.

Gemäß Fig. 2 ist das Sicherheitsmodul in mehrere Überwachungs- und Reaktionsbereiche untergliedert, die durch unterschiedliche Schraffuren LA ("Leitachse"), SM ("gesteuerte Synchronmaschine"), OL ("dezentrale Regler ohne Leitachsen"), BA ("Umschaltung auf Batterie") und GB ("Umschaltung auf Generatorische Bremsung") markiert sind.

Mit seinem Bereich LA erfaßt das Sicherheitsmodul Störungen, Fehler und Ausfälle der Zylinder 3, 4, 5, 6 im Wirkungsbereich eines Druckwerks 2, des Synchronmotors 11 und im Leistungselektronikteil 13. Der Übersichtlichkeit halber ist in die Fig. 2 nur eines der fünf Druckwerke mit dem Funktionsbereich LA des Sicherheitsmoduls markiert. Die Fehlererkennung läßt sich in diesem Funktionsbereich vor allem durch Vergleich der Winkellagen aller Achsen in der Signalverarbeitungseinheit 24 bewerkstelligen. Als Reaktion bzw. Sicherheitsmaßnahme wird die gestörte Achse zur Leit-Achse von der Signalverarbeitungseinheit 24 deklariert, welche das Auslaufen und Abschalten auch aller sonstigen Achsen der Leitachse entsprechend bestimmt.

Der Funktionsbereich SM des Sicherheitsmoduls erfaßt Störungen, Fehler und Ausfälle im Zusammenhang mit dem Winkellagegeber 12, dem Umsetzer 21 und dem Achsperipheriemodul 22 als Geberkanal. Die Fehlererkennung kann über Fehlermeldungen des Winkellagegebers 12 oder Geberauswertungen in der Signalverarbeitungseinheit 24 erfolgen. Gemäß Fig. 2 wird als Sicherheitsmaßnahme auf die weitere Geberauswertung verzichtet und der Synchronmotor 11 der gestörten Achse nur noch im Steuerungsverfahren mit gleichsam aufgeschnittener Regelschleife betrieben. Alle übrigen Synchronmotoren werden entsprechend einer Rampenfunktion geregelt gebremst.

Der Sicherheits-Funktionsbereich OL bezieht sich auf Fehler in der Signalverarbeitungseinheit 24 oder dessen Stromversorgungseinheit 25. Dies läßt sich über an sich bekannte time-out-Funktionen im Zusammenhang mit dem BUS-System 23 und Überwachungsmitteln auf den Leistungselektronikteilen 13 erkennen. Auch wenn das BUS-System 23 gestört ist und Mehrfach-Geberfehler erzeugt, kann eine Abschaltung des Signalverarbeitungseinheit 24 implementiert sein. Als entsprechende Sicherheitsmaßnahme ist dann das Umschalten der Regler 15 auf dem jeweiligen Leistungselektronikteil 13 vom Phasenstrom-Regelungsbetrieb auf dezentralen Lageregelungsbetrieb unter Verwertung der Signale der Winkellagegeber 12 vorgesehen. Dabei wird für die jeweiligen Gegendruckzylinder 5 — ähnlich wie bei der obigen Reaktion SM (gesteuerte Synchronmaschine) — eine Bremsrampe realisiert, allerdings dezentral und mit einem hardwaremäßig synchronisiertem Start für die einzelnen Antriebseinheiten.

Treten Störungen, Fehler und Ausfälle im Netzanschluß der Versorgungseinheiten 17, 17a auf, geben darauf

angelegte Überwachungsmittel Fehlermeldungen für Power-Fail oder aufgrund Selbstdiagnose ab, oder erkennt die Signalverarbeitungseinheit 24 Unregelmäßigkeiten in der Zwischenkreisspannung aus den Versorgungseinheiten 17, 17a, wird der Sicherheitsfunktionsbereich GB mit Einleitung einer generatorischen Bremsung aktiv. Diese kann eventuell mit Kondensatorpufferung über die Energiespeichereinheit 20 erfolgen.

Der Sicherheitsfunktionsbereich BA wird aktiv, wenn die beispielsweise 24 Volt Ausgangsspannung des Netzteils 26 ausfallen der fehlerhaft sind, was durch den oben genannten, speziell zur Überwachung ausgelegten Umschalter 28 erkannt werden kann. Dieser legt dann selbsttätig die bereitstehende Batterie 27 an die Versorgungseinheiten 17, 17a und die Stromversorgungseinheit 25.

Das Ausführungsbeispiel nach Fig. 3 unterscheidet sich von dem vorherigen dadurch, daß zusätzlich zu den ersten Winkellagegebern 12 für jedes Druckwerk 2 zweite, redundante Winkellagegeber 12a angeordnet sind. Infolgedessen kann bei Ausfall eines ersten Winkellagegebers 12 auf Betrieb mit dem zweiten Winkellagegeber 12a umgeschaltet werden, wie durch den Funktions- und Sicherheitsbereich 2G des Sicherheitsmoduls angedeutet. Da dieser dann den vorher erläuterten Bereich SM ("gesteuerte Synchronmaschine") ersetzt, ist für die beiden Bereiche bzw. Sicherheitsmaßnahmen 2G, SM die gleiche Schraffur verwendet worden. Allerdings erfordert die Sicherheitsfunktion "zweiter Geber" 2G einen erhöhten Hardware-Aufwand in Form zusätzlicher Kanäle in nach der Konfiguration gemäß Fig. 1 und 2 bereits vorhandenen Umsetzern 21 und Achsperipheriemodulen 22 sowie zusätzlichen Umsetzern 21a und Achsperipheriemodulen 22a, welche dem Anschluß der redundanten Winkellagegeber 12a an das BUS-System 23 dienen. Dieses ist vom im Fall der Fig. 3 entsprechend erstreckten Funktionsbereich OL des Sicherheitsmoduls überwacht.

Die Funktionsbereiche LA, SM/2G des Sicherheitsmoduls sind der Anschaulichkeit halber nur für ein einziges Druckwerk 2 gezeichnet, sind aber funktionsgleich auch auf die anderen Druckwerke zu übertragen.

In den nachfolgenden Tabellen ist die Funktionsweise der Erfindung noch weiter veranschaulicht, wobei die Positionsnummern der ersten beiden Tabellen in der Tabelle 3 entsprechend verwendet sind. Ist Kollisionsschutz in der Tabelle 3, rechte äußere Spalte, bejaht, laufen die jeweils benachbarten Gegendruck- und Übergabezylinder 5, 6 zueinander so ausreichend synchron, daß eine Kollision im Zusammenhang mit den Greifelementen 10 nicht zu befürchten ist.

Tabelle 1 — Fehlererkennungsmatrix und Reaktionsmatrix

Pos.	Fehlererkennung
1	Geberdifferenz zu anderen über zulässiger Toleranz
2	Strom zu groß und zu wenig Moment (anders als bei anderen Achsen)
3	Sprungförmige Gebersignale
4	Strom-Ist-Wert nicht vorhanden
5	Fehlermeldung vom Geber
6	Fehler aus Signalverarbeitungseinheit -Geberauswertung
7	Time-out im Regler 15 (Lichtwellenleiter-Kommunikation gestört)
8	Mehrfachen Geberfehler erkannt
9	Netzspannungsüberwachung mit Signalverarbeitungseinheit
10	Zwischenkreisspannungsüberwachung mit Signalverarbeitungseinheit
11	24-V-Überwachung
12	Versorgungseinheiten 17, 17a-Fehlermeldung

Tabelle 2 — Reaktionsmatrix

Pos.	R aktion
1	gestörte Achse wird zur Leitachse, gezieltes Abbremsen (Auslauf geregelt) - LA
2.1	Umschalten auf zweiten Geber 12a und wie (1) - 2G
2.2	gestörte Achse wird zur gesteuerten SM 11 mit tolerierbarer Lageab- weichung von ca. 12 mm (aber mit vollem Strom) - SM
3	Umschalten der dezentralen Regler 15 auf Lageregelung mit Winkel- lagegeber 12 (Geberparallelanschluß) und dezentraler Bremsrampe ohne Leitachse mit Synchronstart (Leitung), Abschalten der Signal- verarbeitungseinheit - OL
4	Generatorisches Bremsen auf allen Achsen und Nachladen der Zwischenkreiskondensatoren - GB
5	Umschalten auf Batterie - BA



Tabelle 3 – Fehlerursachen- und -behebungsmatrix

Fehlerquelle	Erkennung	Reaktion	Kollisionschutz
<b>Motor</b>			
- Befestigung lose	(1)	(1)	ja
- Wicklungsschluß	(1)	(1)	ja
- Kabelbruch	(1)	(1)	ja
- Entmagnetisierung	(2)	(1)	ja
- Unsymmetrie	(2)	(1)	ja
<b>Mechanik + Antrieb</b>			
- Schwergängigkeit	(2)	(1)	ja
- Blockieren	(1)	(1)	nein (Vollbremsung)
- Lose	(3)	(1)	ja
- Schwingungen	(1)	(1)	ja
- Wellenbruch	(1)	(1)	ja
<b>Wechselrichter</b>			
- Leistungselektronikteil 13	(4), (1)	(1)	ja
- Regler 15	(1)	(1)	ja
- Lichtwellenleiter	(1)	(1)	ja
- Achsperipheriemodul	(1)	(1)	ja
- Kabelbruch	(4), (1)	(1)	ja

5	<b>Signalverarbeitungseinheit</b>			
	- CPU-Error	(7)	(3)	ja
	- Netzteil-Stromversorgung	(7)	(3)	ja
10	- Programmfehler (Absturz)	(7)	(3)	ja
	- BUS-Fehler	(8)	(3)	ja
15	- Speicherfehler = CPU-Fehler	(7)	(3)	ja
20	<b>Netz, Versorgungseinheiten 17, 17a, Ballast</b>			
	- Netzfehler	(9)	(4)	ja
25	- Versorgungseinheit-Fehlermeldung	(12)	(4)	ja
30	- Zwischenkreis-überwachung	(10)	(4)	ja
	- Ballast-Fehler	(10)	(4)	ja
35	<b>Geber</b>			
	- Geber liefert kein Signal	(5) oder (6)	(2.1) oder (2.2)	ja
40	- Geberleitung	(6)	(2.1) oder (2.2)	ja
	- Achsperipherie-Geberkanal	(6)	(2.1) oder (2.2)	ja
45	- Falsche Geberinfo	(6)	(2.1) oder (2.2)	ja
	<b>24-Volt-Ausfall</b>			
50	- 24-V-Ausfall	(11)	(5)	ja

### Patentansprüche

1. Elektrisches Antriebssystem zur Verstellung von einem oder mehreren dreh- und/oder verschwenkbaren Funktionsteilen von Geräten und Maschinen, insbesondere von Zylindern (3, 4, 5, 6) oder Walzen von Bogendruckmaschinen (1), in ihrer Winkellage oder -geschwindigkeit, mit einem oder mehreren Elektromotoren (11), die mit einem jeweils zugeordneten Funktionsteil (5) verbunden sind, mit einem oder mehreren Leistungselektronikteilen (13), die ausgangsseitig mit je einem Elektromotor (11) zu dessen Ansteuerung verbunden sind, und mit wenigstens einer Signalverarbeitungseinheit (24), die zur Aufnahme von Leit-, Steuer-, Soll- und/oder Winkellage- oder Winkelgeschwindigkeits-Signalen von etwaigen Winkellagegebern (12) an den Funktionsteilen (5) oder Läufern der Elektromotoren (11) ausgebildet und mit dem oder den jeweiligen Leistungselektronikteilen (13) zu deren steuerungs- oder regelungstechnischen Kontrolle verbunden ist, **gekennzeichnet durch** ein Sicherheitsmodul (LA, SM, 2G, OL, BA, GB), das zum Zugriff wenigstens auf Signal im Bereich der Funktionsteile (5), der Elektromotoren (11), der Leistungselektronikteile (13), der Signalverarbeitungseinheit (24) und/oder eines Netzteiles (26) und zu deren Vergleich oder Auswertung auf Plausibilität ausgebildet ist und ein oder mehrere Schnittstellen (16, 21, 22) oder Kommunikationsmittel insbesondere in Form eines Bussystems (23) zur Ausgabe erzeugter Fehlermeldesignale

aufweist.

2. Antriebssystem nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß das Sicherheitsmodul (LA, SM, 2G, OL, BA, GB) ganz oder teilweise in der Signalverarbeitungseinheit (24), im Leistungselektronikteil (13) und/oder im oder am Netzteil (26) angelegt ist.

3. Antriebssystem nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß die Signalverarbeitungseinheit (24) über ein Bussystem (23) und/oder periphere Schnittstellen (16, 21, 22) Zugriff auf Signale der Leistungselektronikteile (13) und/oder etwaige Winkellage- oder Winkelgeschwindigkeitssignale der Elektromotoren (11) oder Funktionsteile (5) hat.

4. Antriebssystem nach Anspruch 1, 2 oder 3, dadurch gekennzeichnet, daß das Sicherheitsmodul (LA, SM, 2G, OL, BA, GB) für ein oder mehrere Funktionsteile (5) und/oder Elektromotorenläufer zueinander redundant angeordnete Winkellagegeber (12, 12a) umfaßt.

5. Antriebssystem nach Ansprüchen 3 und 4, dadurch gekennzeichnet, daß das Bussystem (23) mit peripheren Schnittstellen (21a, 22a) verbunden ist, die den redundanten Winkellagegebern (12a) zugeordnet sind.

6. Antriebssystem nach einem der Ansprüche 1 bis 5, wobei das Leistungselektronikteil (13) einen Stromregler (15) aufweist, dadurch gekennzeichnet, daß im Rahmen des Sicherheitsmoduls (LA, SM, 2G, OL, BA, GB) das Leistungselektronikteil (13) zusätzlich mit einem Winkellage- und/oder Winkelgeschwindigkeits-Regler (15), der über eine Schnittstelle mit einem Winkellagegeber (12) am Elektromotorläufer oder Funktionsteil (5) verbunden ist, und mit einem Umschaltmittel ausgebildet ist, das vom Sicherheitsmodul (LA, SM, 2G, OL, BA, GB) zum Umstellen zwischen Strom- und Lageregelung (15) aktivierbar ist.

7. Antriebssystem nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, daß das Sicherheitsmodul (LA, SM, 2G, OL, BA, GB) auf dem Leistungselektronikteil (13) implementierte Überwachungsmittel (OL) aufweist, die zur Fehlererkennung in der Kommunikation mit der Signalverarbeitungseinheit (24) ausgebildet sind und das Umschaltmittel aktivieren.

8. Antriebssystem nach einem der vorangehenden Ansprüche, mit einer Zwischenkreis-Versorgungseinheit (17, 17a) für die Elektromotoren und/oder Leistungselektronikteile (13), dadurch gekennzeichnet, daß das Sicherheitsmodul (LA, SM, 2G, OL, BA, GB) auf der Versorgungs- und/oder Signalverarbeitungseinheit (17, 17a, 24) implementierte Überwachungsmittel (GB) für Netz- und/oder Zwischenkreisüberwachung aufweist, die mit der Signalverarbeitungs- beziehungsweise der Versorgungseinheit (24, 17, 17a) kommunizieren.

9. Antriebssystem nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, daß der Versorgungseinheit (17, 17a) einerseits und dem oder den Leistungselektronikteilen (13) andererseits eine Energiespeichereinheit (20) zur Zwischenpufferung von beispielsweise generatorischer Bremsenergie zwischengeschaltet ist.

10. Antriebssystem nach einem der vorangehenden Ansprüche, mit einer Zwischenkreis-Versorgungseinheit (17, 17a) für die Elektromotoren (11) und/oder Leistungselektronikteile (13) und mit einem damit verbundenen, Gleichstrom ausgebenden Netzteil (26), gekennzeichnet durch eine redundant zum Netzteil (26) angeordnete Not-Batterie (27) und einen vorzugsweise automatischen beziehungsweise selbsttätigen Umschalter (28) zwischen Netzteil (26) und Batterie (27).

11. Antriebssystem nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß das Sicherheitsmodul (LA, SM, 2G, OL, BA, GB) drei Submodule vorzugsweise in Baum-, Tabellen- oder Matrixform aufweist, die zur Fehlererkennung beziehungsweise -diagnose, zur Reaktionsentscheidung je nach Fehlerart und -größe und zum Vollzug entsprechender Sicherheitsmaßnahmen ausgebildet und logisch beziehungsweise funktionell in der genannten Reihenfolge hintereinandergeschaltet sind.

12. Verwendung des Sicherheitsmoduls (LA, SM, 2G, OL, BA, GB) im Antriebssystem nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Winkellagen oder -geschwindigkeiten aller Funktionsteile (5) einem Plausibilitätsvergleich unterworfen und gegebenenfalls das gestörte Funktionsteil identifiziert und gemeldet wird.

13. Verwendung nach Anspruch 12, dadurch gekennzeichnet, daß vom gestörten Funktionsteil (5) oder dessen Winkellage oder -geschwindigkeit Leit- oder Sollwerte für die Winkellagen oder -geschwindigkeiten der nicht gestörten Funktionsteile (5) abgeleitet und zur Nachführung, Nachsteuerung, Nachregelung und/oder zum Synchronisieren der nicht gestörten Funktionsteile verwendet werden.

14. Verwendung nach Anspruch 12 oder 13, dadurch gekennzeichnet, daß das gestörte Funktionsteil (5) abgeschaltet und so zum Auslaufen gebracht wird.

15. Verwendung des Sicherheitsmoduls (LA, SM, 2G, OL, BA, GB) im Antriebssystem nach einem der Ansprüche 1 bis 11, wobei Winkellagegeber (12, 12a) zur Aufnahme der Winkellage und/oder -geschwindigkeit des Funktionsteils (5) und/oder Elektromotorenläufers und deren Übertragung an die Signalverarbeitungseinheit (24) eingesetzt werden, gegebenenfalls kombiniert mit der Verwendung nach einem der Ansprüche 12 bis 14, dadurch gekennzeichnet, daß ein oder mehrere Ausgänge der Winkellagegeber (12, 12a), gegebenenfalls auch die der redundanten Winkellagegeber (12a), einem Plausibilitätsvergleich unterworfen und gegebenenfalls der gestörte Winkellagegeber identifiziert und gemeldet wird.

16. Verwendung nach Anspruch 15, dadurch gekennzeichnet, daß jeweils auf der Basis einer Rampenfunktion das Funktionsteil (5) des gestörten Winkellagegebers (12) gesteuert gebremst und die sonstigen Funktionsteile (5) geregelt gebremst werden.

17. Verwendung nach Anspruch 15 in einem Antriebssystem nach Anspruch 4 oder 5, dadurch gekennzeichnet, daß für den weiteren Betrieb die Ausgangssignale des zum gestörten Winkellagegeber (12 bzw. 12a) redundant angeordneten Winkellagegebers (12a bzw. 12) verarbeitet werden.

18. Verwendung des Sicherheitsmoduls (LA, SM, 2G, OL, BA, GB) im Antriebssystem nach Anspruch 7, gegebenenfalls kombiniert mit der Verwendung nach einem der Ansprüche 12 bis 17, dadurch gekennzeichnet, daß dessen Überwachungsmittel (OL) dem Leistungselektronikteil (13), dem Bussystem (23) und/oder

der Signalverarbeitungseinheit (24) bei gestörter Kommunikation mit Abschaltung von der Signalverarbeitungseinheit (24) und der Umstellung des Leistungselektroniksystems (13) von Strom- auf Winkellage- und/oder Winkelgeschwindigkeits-Regelbetrieb (15) dient.

19. Verwendung nach Anspruch 18, dadurch gekennzeichnet, daß im Rahmen des Lageregelbetriebs das oder die Funktionsteile entsprechend einer Rampenfunktion gebremst beziehungsweise in Stillstand versetzt werden, wobei mehrere Winkellage- und/oder Winkelgeschwindigkeits-Regler (15) mit einer gemeinsamen Triggereinrichtung (29) zum synchronisierten Start verbunden sind.

20. Verwendung des Sicherheitsmoduls (LA, SM, 2G, OL, BA, GB) im Antriebssystem nach Anspruch 8 oder 9, gegebenenfalls kombiniert mit der Verwendung nach einem der Ansprüche 12 bis 19, dadurch gekennzeichnet, daß bei Fehlererkennung in der Netz- oder Zwischenkreisspannung über die Signalverarbeitungseinheit (24) ein synchronisierter generatorischer Bremsvorgang für alle Funktionsteile (5) eingeleitet wird.

21. Verwendung nach Anspruch 20, dadurch gekennzeichnet, daß die Antriebe der Funktionsteile (5) im Generatorbremsbetrieb und gegebenenfalls im Motorbetrieb derart geregelt werden, daß die Synchronisation der Funktionsteile (5) beibehalten wird.

22. Offset-Bogendruckmaschine (1) mit mehreren Druckwerken (2), die je aus einem Platten-, Gummituch-, Gegendruck- und Übergabezylinder (3, 4, 5, 6) bestehen, versehen mit einem elektrischen Antriebssystem insbesondere nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß einzig einer dieser Zylinder (5) mit Elektromotorenläufer direkt verbunden, und die sonstigen Zylinder über mechanische Kopplungen angetrieben sind.

23. Maschine nach Anspruch 22, gekennzeichnet durch mit dem Antriebssystem zur Lage- und/oder Geschwindigkeitsregelung (24) gekoppelte Winkellagegeber (12, 12a) an dem oder den angetriebenen Zylindern (3, 4, 5, 6).

24. Maschine nach Anspruch 22 oder 23, gekennzeichnet durch die Verwendung von Synchronmotoren als Elektromotoren (11) mit hoher Polpaarzahl.

---

Hierzu 3 Seite(n) Zeichnungen

---

- Leerseite -

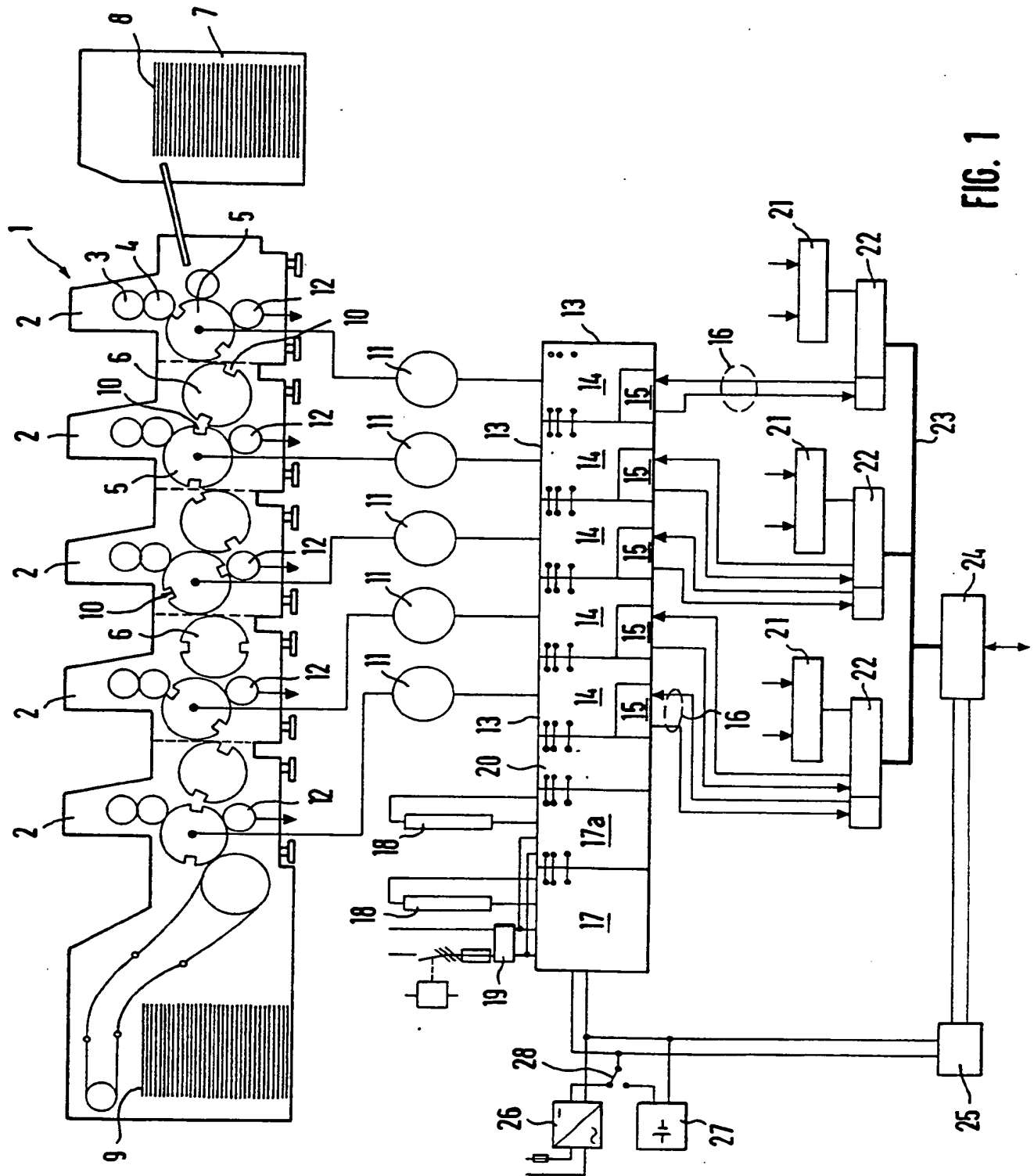


FIG. 1

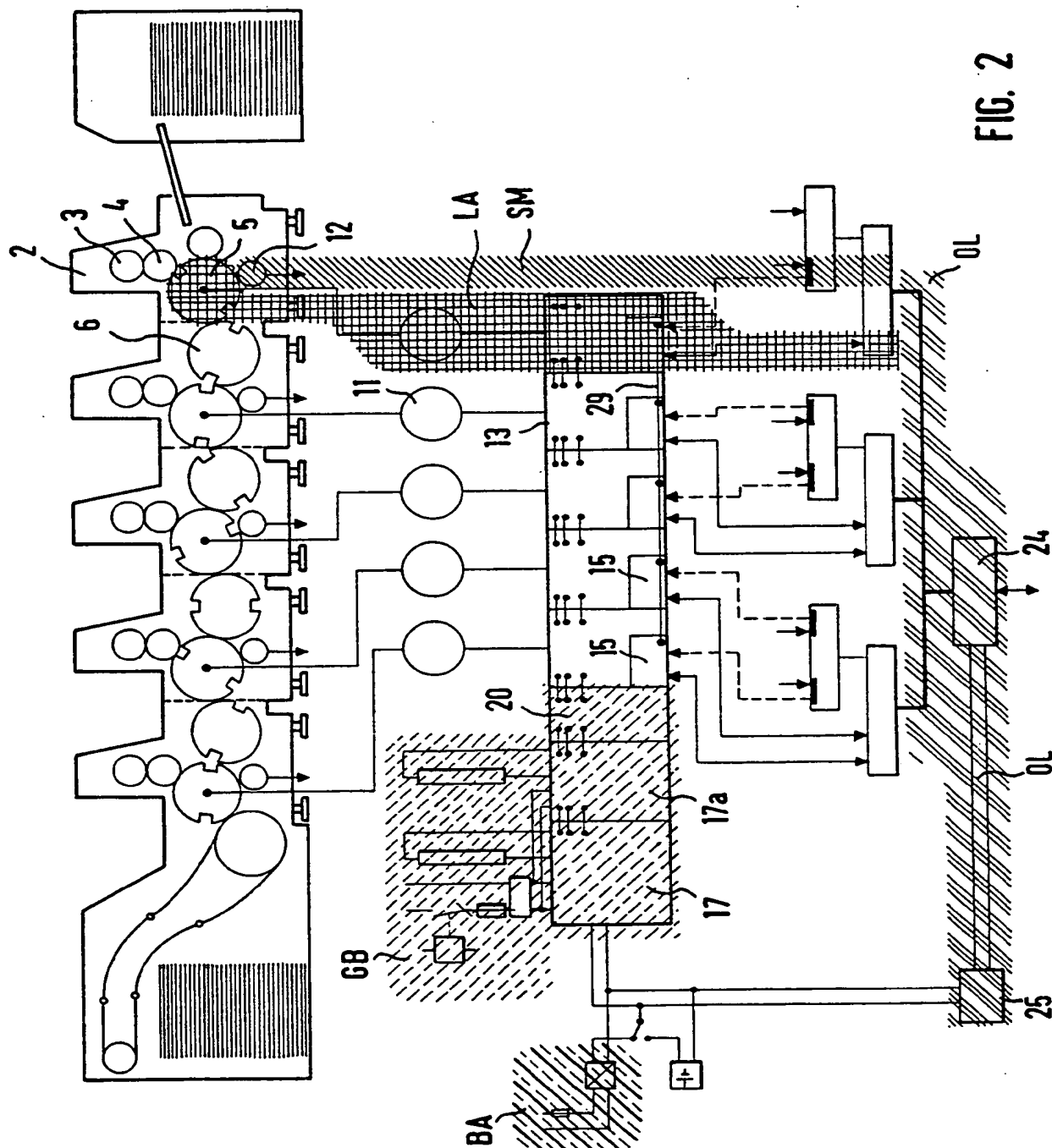


FIG. 2

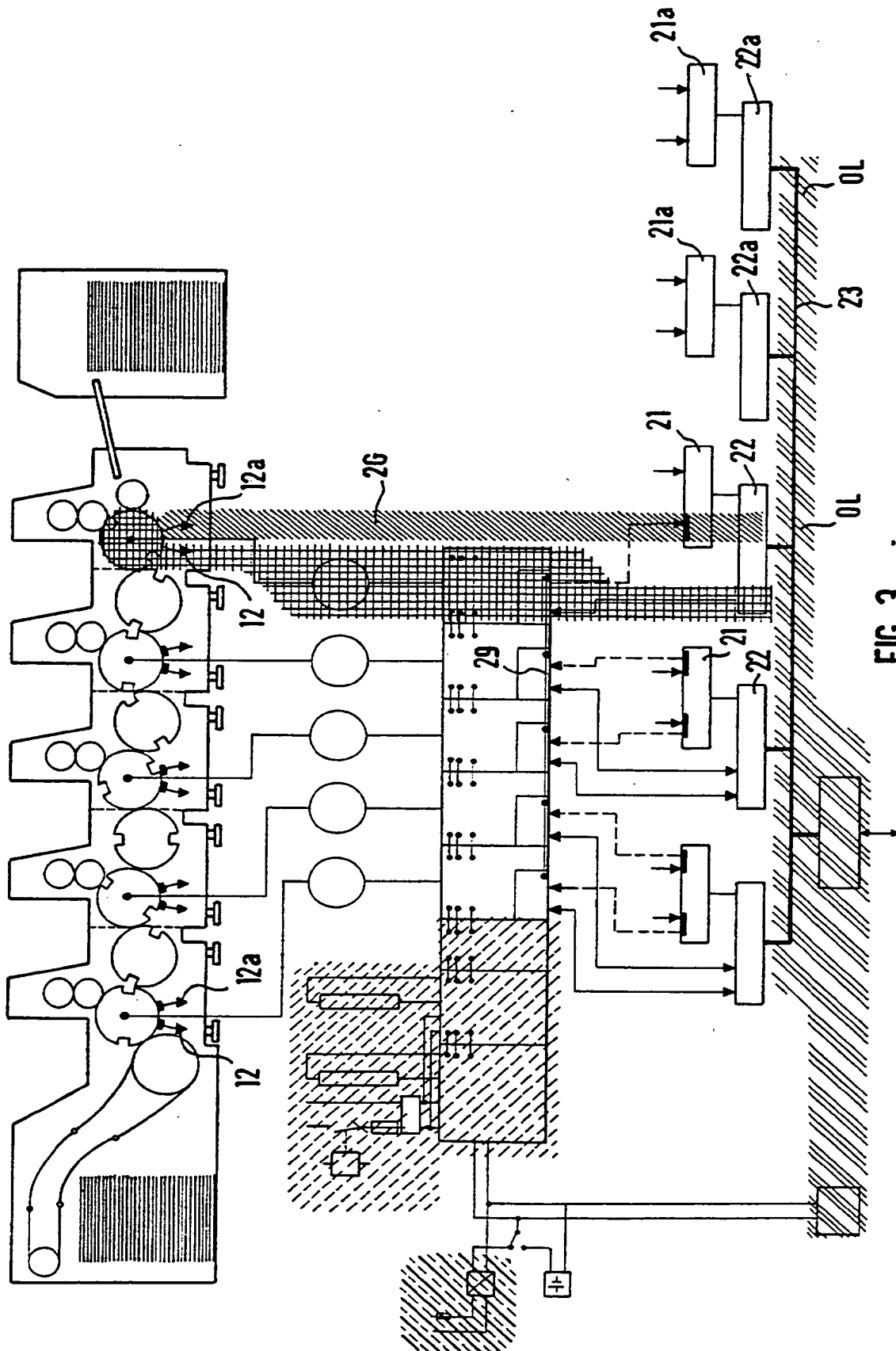


FIG. 3